

〔総説〕 小児の蛋白質所要量

平野久美子

The recommended protein allowance for children

KUMIKO HIRANO

I. はじめに

現在，わが国の食生活は豊かになり，数十年前までの栄養改善の主目標が，蛋白質摂取の量と質に向けられていた状況は解決された。しかし，蛋白質栄養はいかにあるべきかという理論的な問題については，なお未解決な点が多くあり，乳幼児の蛋白質の必要量についても，適正值についてまだ議論が続いている。¹⁾²⁾³⁾⁴⁾

以下，はじめに蛋白質の栄養学的意義を述べ，次いでわが国の小児の蛋白質所要量が，どのように決められているか，また，その決めかたをめぐる問題点を述べ，最後に，小児の蛋白質摂取に関するわれわれの調査研究の結果を述べる。

II. 蛋白質の栄養学的意義

私達の身体は，ほぼ2/3は水分であり，残り1/3の大部分は蛋白質でできている。この体蛋白質は絶えず分解，排泄され，一方では新しく食物として摂取した蛋白質を材料にして合成され補充されている。

蛋白質は20種類余りのアミノ酸の複雑な組み合わせによってできている。このうち9つのアミノ酸—ヒスチン，イソロイシン，ロイシン，リジン，メチオニン，フェニルアラニン，スレオニン，トリプトファン，バリン—はヒトでは合成されない。したがってヒトにとって必須の栄養素であり，必須アミノ酸と呼ばれている。

食物中の蛋白質は，腸管で消化液によりアミノ酸にまで分解され吸収される。吸収されたアミノ酸は門脈を経て肝臓に運ばれ，肝臓で代謝されるか，あるいは血中に放出される。循環血中に放出されたアミノ酸は，各種の組織に運ばれ細胞内に取り入れられ，あらためて遺伝子の支配で人体特有の蛋白に再合成される。したがって食

物の蛋白質と人体の蛋白質のアミノ酸組成が著しく異なると，折角摂取した蛋白質が十分利用されないことになる。ヒトも動物であるので動物性蛋白質の方が植物性蛋白質よりも，ヒトのからだの蛋白質に近いアミノ酸組成からなり効果的に利用される。このような蛋白質は良質蛋白質と呼ばれる⁵⁾。これは必須アミノ酸組成により決まる。先に述べたように，体蛋白質は常に分解と合成を繰り返している。分解により放出されたアミノ酸は体蛋白合成に再利用される。しかし，この再利用過程は完全ではなく，ある程度のアミノ酸は酸化分解され，アミノ酸からはずされたアミノ基は尿素として排泄される。アミノ基除去後残っているケト酸は，エネルギー源として直接利用されるか，炭水化物や脂肪に変化する。(図1)⁶⁾また体蛋白合成に必要なとされる以上の，余剰のアミノ酸も分解され窒素化合物となり，尿や便，汗，体分泌物，皮膚，毛髪，爪などを介して体外に失われる。したがって成長が完了した後も，これらの窒素損失量を取り戻すために，食物蛋白質の不断の補給が必要である。食物蛋白質は以上のように体蛋白合成のためのアミノ酸を供給する他に，ホルモンや酵素，神経伝達物質，抗体な

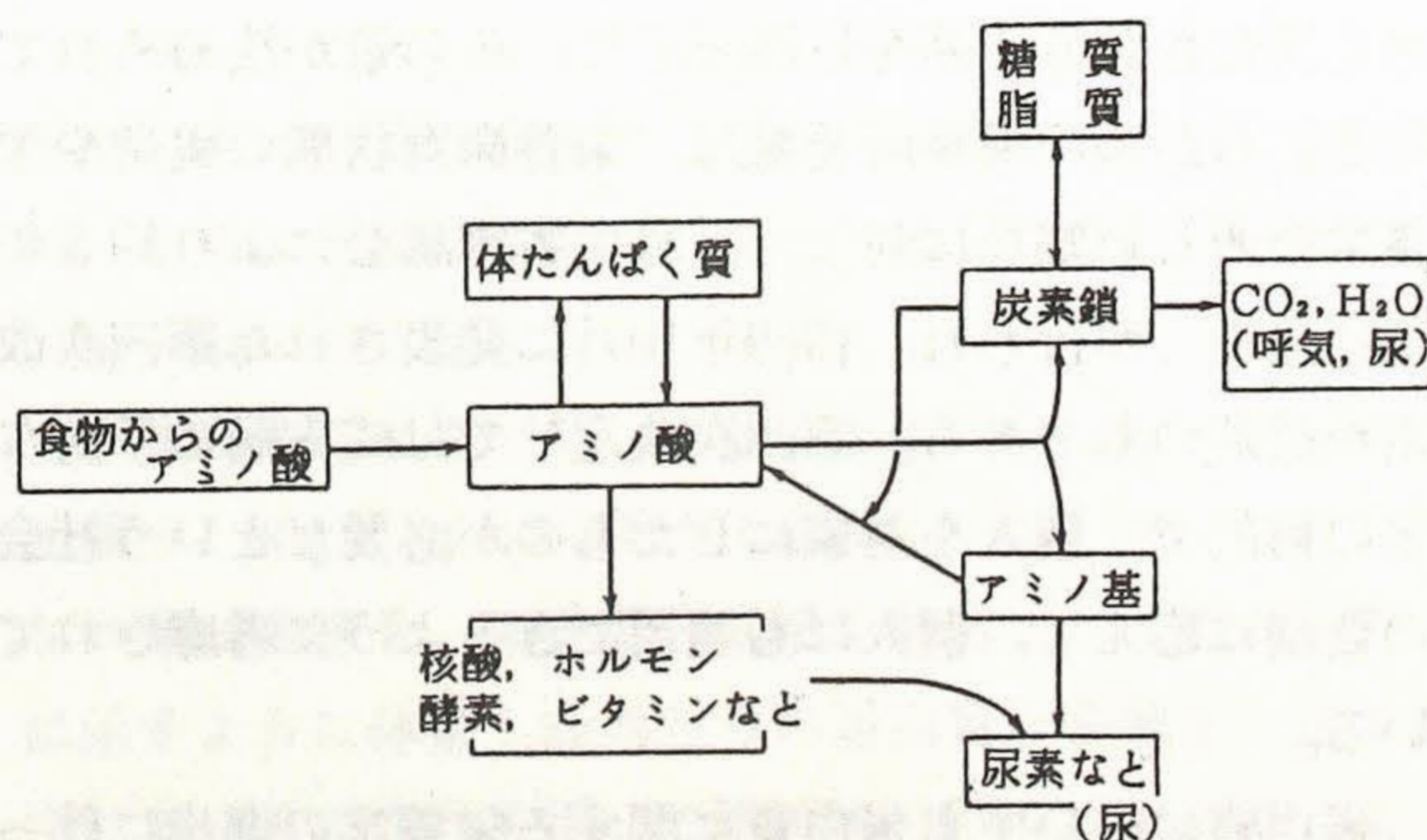


図1 アミノ酸代謝

と重要な窒素化合物のアミノ酸を供給し、身体の正常な活動を維持調節し、免疫力の保持、ストレスに対する抵抗性をつけるなどに役立っている。さらに成長期では組織や細胞を増やさなければならぬ。体蛋白の分解量を補充する以上に、成長のためにも蛋白質が必要である。食事の蛋白質が少なかったり、必須アミノ酸が欠乏すると、体組織の蛋白質量も減少し正常な機能が営まれなくなる。そして様々な環境の変化に対する適応がわるくなり、病気になったり、死に至ることさえある。一方、過剰摂取もまた生体に不利をもたらす。蛋白質は必要量以上でも、中等度であれば過剰の害は証明されていない。⁷⁾むしろ、高蛋白食によって身体が大きくなり、成熟が早くなり筋肉が発達する⁸⁾。また手術前的高蛋白摂取は、その後に生ずる食事蛋白欠乏に対して窒素を供給し、栄養的援助効果があることか認められている⁹⁾。しかし高度の過剰は、アミノ酸分解によって生じたアンモニアを尿素に転換して無毒化するために、肝臓に負担をかけ、尿素を排泄するために腎臓に負担をかける。また高蛋白摂取は身体のカルシウムバランスを乱し、骨からカルシウムが溶け出て、骨粗鬆症を引き起こすことになるかもしれないと警告されている¹⁰⁾。蛋白質の取り過ぎも不足と同様、健康を促進するものではない。よりよい成長と健康を保障する適切な蛋白質摂取量、アミノ酸バランスのとれた食事があるに違いない¹¹⁾。

Ⅲ. 小児の蛋白質所要量算定法

日本人のための栄養所要量⁵⁾とは、健康の保持増進のためと、小児ではさらに健全な発育発達のために必要な各栄養素の摂取量の目安を、年齢別、性別、生活強度別に、1日あたりの数値で示したものである。それぞれ年齢別、性別の平均体位(身長、体重)を持つ人を基準として決めている。栄養必要量は個人によっても、状況によっても異なるが、栄養所要量の本来の目的は集団を対象としたものであり、年齢、性が同じグループ別に個人差を考慮して、グループのすべての人の必要量が、なるべく満たされる範囲を目標として、その量が決められている。わが国の栄養所要量は、栄養発育状態の実情や栄養学の新しい知見に対して、厚生省審議会により約5年毎に見直しが行われ、1989年10月に発表された第四次改定が最新のものである。第四次改定⁵⁾では成人病の予防などの目的で、個人を対象にしたものが必要だという社会の要請に応えて、個人にも適用できるように考慮されている。

蛋白質についても蛋白質に関する栄養学の進歩に伴ってその方策が検討され、改定毎に内容が改められている。

成人の場合、第四次改定では1985年のFAO/WHO/UNU (Food and Agriculture Organization, World Health Organization, United Nations University)⁷⁾の基本的な考え方を取り入れ、エネルギー摂取量が十分な条件下で実施された窒素出納法により得られた数値を基にして、良質蛋白質の平均必要量を求め、これに安全量を加味して算定されている。

小児の場合は1979年発表の栄養所要量以来、変更されていない。乳児と1才以降成長期小児に分けて算定法が示されている。

* 乳児

母乳栄養児の場合は、特に所要量を定めなくても、体重が正常に増加し健康であれば蛋白質その他の栄養素も十分であると判断される。したがって乳児の蛋白質所要量として示されているのは、人口栄養児を対象としたものである。乳児では窒素出納をはじめ安全量に関する研究が少ないので、現行の育児用ミルクの成分組成を是認し、育児用ミルクや離乳食で哺育されている健康な乳児の、平均蛋白質摂取量から逆算して求められている。¹²⁾

* 成長期

1才以降成長期小児については、成人の場合と同様FAO/WHO/UNUの考え方が基礎にある。そこでまずFAO/WHO/UNUの算定法の概略を述べ、次に日本の算定法、およびPellett¹²⁾が最近、アメリカ合衆国の小児に対して提案している算定法について概略を示す。

1) FAO/WHO/UNU報告(1985)

FAO/WHO/UNU報告⁷⁾では、小児の窒素必要量を窒素平衡維持量と成長のための必要量に分けて算出し、これに2SDをプラスして安全摂取量としている。

0.75~1歳児の算定例¹³⁾を以下に示す。

A B C D E F

$[120 + (30 \times 1.5 \times 100 / 70)] \times 1.29 \times 6.25 \div 1000$

= 1.48g/kg/d

A 窒素平衡維持必要量: 120mg/kg/d

B 窒素増加量: 30mg/kg/d

C 成長に必要なとする増加分, 理論的に計算された窒素蓄積量の50%増: 50%

D 全卵および牛乳の利用効率: 70%

E 2SDプラス(変動係数14.5%): 29%

F 窒素量を蛋白質に変換, これを1000で除してmgをgに変換

このようにして算定された小児の蛋白質安全摂取量は表1に示す通りである。

2) 日本

日本における成長期の算定法は、成人の場合と同じ方

表1 小児の蛋白質所要量 (FAO/WHO/UNU)*

年齢	a 維持量	b 窒素増加量	c b × 1.5	d c ÷ 0.7	e a + d	所要量 e × 6.25 / 1000 + 2 S D
	Nmg / kg / d					蛋白質 g / kg / d
0-2 9mo	120	96	144	206	326	2.00
3-5 9mo	120	47	70	100	220	1.73
6-11 9mo	120	35	51	73	193	1.51
1 y	119	15	25	36	155	1.21
5 y	116	9	13	19	135	1.05
9 y	111	8	12	17	128	1.00

* Am. J. Clin. Nutr. 51, 723-37, (1990)

表2 小児の蛋白質所要量 (日本)

年齢 (歳)	男				女			
	体重基準値 (kg)	漸減値 (g / kg)	計算値 (g / 日)	所要量 (g / 日)	体重基準値 (kg)	漸減値 (g / kg)	計算値 (g / 日)	所要量 (g / 日)
1	10.95	2.90	31.8	30	10.35	2.90	30.0	30
2	13.24	2.72	35.9	35	12.74	2.72	34.7	35
3	15.04	2.64	39.6	40	14.70	2.64	38.8	40
4	16.97	2.57	43.6	45	16.69	2.57	42.9	45
5	19.04	2.49	47.4	50	18.78	2.49	46.8	50
6	21.35	2.41	51.5	55	21.04	2.41	50.7	50
7	23.85	2.35	56.0	60	23.44	2.38	55.8	55
8	26.70	2.30	61.4	65	26.24	2.31	60.6	60
9	29.76	2.21	66.1	65	29.50	2.22	65.5	65
10	33.21	2.12	70.4	70	33.54	2.11	70.8	70

式で算定されているので、まず成人の算定式⁵⁾を以下に示す。

- A B C D
- 0.64 × 100 / 85 × 1.1 × 1.3 = 1.08g / kg / d
- A 良質蛋白質の平均窒素平衡維持量 (平均蛋白質必要量) : 0.64g / kg
- B 日常摂取蛋白質の良質蛋白質に対する相対的利用効率 : 85%
- C ストレス等に対する安全率 : 10%
- D 個人間の変動係数の2倍 : 15% × 2 = 30%

すなわち、成人の蛋白質所要量は1.08g / kg / dである。

次に、1歳児について、Hungらが測定した1歳児の全卵および牛乳蛋白の利用効率の数値を用いて、成人の場合と同じ方式で算定している。ただし小児の場合は成長のための必要量が加えられている。以下に算定式¹⁴⁾を示す。

- A B C D E F G
- (144 × 100 / 70 + 21.9 × 100 / 40) × 1.1 × 100 / 80 × 1.3

- × 6.25 ÷ 1000 = 2.910
- A 良質蛋白質の平均窒素平衡維持量 : 144mg / kg / d
- B 体重維持のための卵蛋白質利用効率 : 70%
- C 体重1kg当たり1日当たり窒素蓄積量 : 21.9mg / kg / d
- D 窒素蓄積のための卵蛋白質の利用効率 : 40%
- E ストレスに対する安全率 : 10%
- F 日常摂取蛋白質の卵蛋白質に対する利用効率 : 80%
- G 個人差による安全率 : 30%

窒素量を蛋白質に変換、これを1000で除してmgをgに変換。このようにして算定された1歳児の蛋白質所要量は2.9g / kg / dである。

2歳以降成長期については、1歳児の2.9g / kg / dと20歳の1.08g / kg / dの数値の間に、年齢が進むにしたがう漸減曲線を、栄養調査成績を参考にして描き、表2に示すように体重1kg当たりの蛋白質所要量を推定で算定している。これを用いて年齢別、性別の平均体重によって成長期の蛋白質所要量を計算し、これをさらに円滑化

表3 小児の蛋白質安全量 (USA)*

年齢	a score	b ; NPU** a × 0.9	c FAO/WHO/UNU g/kg	d ; 安全量 c ÷ b
0-2.9mo	1.00	0.90	2.00	2.22
3-5.9mo	0.81	0.73	1.73	2.37
6-11.9mo	0.78	0.71	1.51	2.13
1-1.9y	0.82	0.74	1.21	1.64
2-3.9y	0.99	0.90	1.12	1.24
4-5.9y	0.99	0.90	1.05	1.17
6-7.9y	1.00	0.90	1.02	1.13
8-9.9y	1.00	0.90	1.00	1.11

* Am. J. Clin. Nutr. 51, 723-37 (1990)

** NPU : Net Protein Utilizationの略

表4 Pellettの策定したアミノ酸評点パターン*

アミノ酸	1歳用	2-5歳用	10-12歳用	牛乳
	mg/gN			
ヒスチジン	170	169	169	169
イソロイシン	336	338	332	294
ロイシン	540	504	501	594
リジン	432	434	434	488
メチオニン+シスチン	195	217	216	206
フェニルアラニン+チロシン	525	503	502	638
スレオニン	252	248	249	275
トリプトファン	75	74	74	88
バリン	369	350	351	400

* Am. J. Clin. Nutr. 51, 723-37, (1990)

し、年齢別、性別の蛋白質所要量として定めている。

3) アメリカ合衆国 (Pellett, PL)

Pellett¹²⁾ は、アメリカ合衆国の平均的食事のアミノ酸組成と消化率を考慮して、FAO/WHO/UNU (1985) 報告の値を修正し、これをアメリカ合衆国の小児の蛋白質安全量として示している。つまりアメリカ合衆国の平均的食事の実態調査から導いた年齢別アミノ酸スコアに消化率0.9を掛けた値を正味蛋白質利用率とし、この値でFAO/WHO/UNU (1985) 報告の値を除して算定している (表3)¹²⁾。尚、一般にアミノ酸スコア⁶⁾は、食品蛋白質の必須アミノ酸のうち、算定用評点パターンと比べて最も不足しているアミノ酸、すなわち第一制限アミノ酸の充足率 (%) である。次式により算出される。

$$\text{アミノ酸スコア} = \frac{\text{食品蛋白質の第一制限アミノ酸含量 (mg/gN)}}{\text{アミノ酸スコア評点パターン当該アミノ酸含量 (mg/gN)}}$$

表4はPellettが用いたアミノ酸スコア算定用評点パターンである¹²⁾。

アメリカ合衆国の1日の蛋白質安全量は、生後1年間の2g/kgから青年の1g/kgの間にある。

図2は日本⁵⁾とFAO/WHO/UNU (1985) 報告⁷⁾とアメリカ合衆国¹²⁾の小児の蛋白質所要量を比較しものである。日本は他の二つに比べてかなり高値である。また表5に1歳児の蛋白質所要量の変遷の一例を示した¹⁵⁾。年代とともに減少している。わが国では1959年の栄養所要量では1日当たり男児45g、女児40g、1975年は男児35g、女児30g、1979年¹⁶⁾からは、男女児とも30gと徐々に減少し、その後は現在まで変わっていない。

IV. 蛋白質所要量算定をめぐる問題点

1) 乳児の蛋白質所要量について

わが国乳児の蛋白質所要量は0～2カ月児では3.3g/kg、2～6カ月児では2.5g/kg、6～12カ月児では

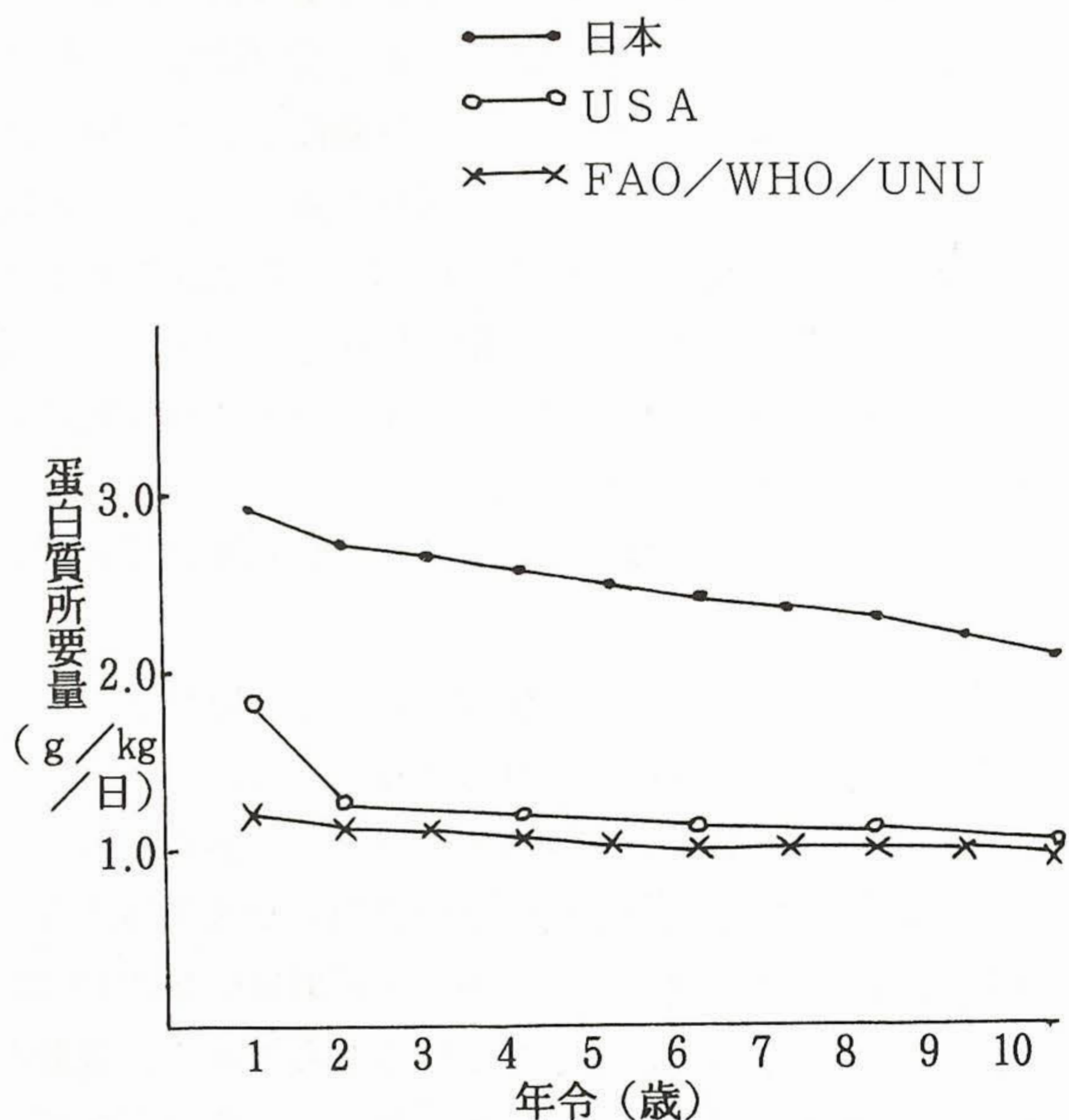


図2 小児の蛋白質所要量比較

3.0g/kgである。これらの値は、先に図でも示したように先進諸国の値に比べて著しく高いという批判がある¹⁾²⁾。BeatonとChery⁴⁾はFAO/WHO/UNU(1985)の値でも高すぎるとし、3～4カ月児に対し $1.1 \pm 0.1-0.2$ g/kgが最も適切であると報告している。もっともこの結論に対してMillward³⁾は疑問を投げかけている。

FAO/WHO/UNUやアメリカでは母乳哺育を基準にして決められているが、わが国の所要量は現行の育児用ミルクや離乳食で哺育された乳児の平均蛋白質摂取量から求められている。このために、つまり育児用ミルクの場合は母乳に比べて利用効率が低いために高くなっている¹³⁾。しかしそれにしても、かなり高値である。

ところで、育児用ミルクの組成は母乳の粗化学的組成を模倣し、栄養所要量を参考にして決められている。栄養所要量と成分組成とが互いに影響しあうといった今日の状態が続くかぎりミルクの蛋白質濃度あるいは乳児の蛋白質所要量の変更は出来ない¹⁾。

最近、竹迫ら¹⁾²⁾は蛋白質濃度を1.63g/dlに下げた試作乳汁で乳児を哺育し、発育その他に問題がなかったという結果を得、乳児の蛋白質所要量として2カ月児までは 3.0 ± 0.2 g/kg、2～6カ月児は 2.4 ± 0.2 g/kg、6～12カ月児は 2.8 ± 0.2 g/kgに下げる案を提唱している。今後、検討が続くと思われる。

2) 窒素出納法に関して

1歳以降成長期の蛋白質所要量の算定は直接的、間接

表5 小児の蛋白質所要量の変遷(1歳児)*

年代	蛋白質 g/kg	Source
1948	3.3	U S A
1957	2.0	F A O
1964	2.5	U S A
1965	1.1	FAO/WHO
1968	1.8	U S A
1969	1.3	U K
1973	1.27	FAO/WHO
1974	1.35	U S A
1985	1.21	FAO/WHI/UNU

* J. Nutrition, 116, 1364-1370 (1986)

的に窒素出納の測定に基づいている。しかし、窒素出納法には、限界があることか指摘されている¹⁷⁾¹⁸⁾¹⁹⁾²⁰⁾。

窒素出納法は「摂取窒素量」と「尿、糞および汗に排泄される窒素量にその他の経路による少量の窒素損失量を加えたもの」との差を測定するものである。そしてこの値が正の時は体内に窒素が蓄積されたことを示し、負の時は体蛋白質が分解、排泄されていることを示す。発育期は通常、窒素出納は正を示し、消耗性疾患などでは負を示すことが多い。正常成人では窒素出納はほぼゼロとなる。この時窒素出納は平衡を維持しているという²¹⁾。

蛋白質所要量算定の基礎になっている窒素平衡維持量の限界として述べられていることは以下の点である。

- * 体内窒素の体外への損失量のすべてを測定することは不可能である。したがって摂取量と損失量が等しくなる量が必要量であるとするなら、それは過少に算定することになる。
- * 窒素平衡は必ずしも体蛋白質栄養状態を反映しない。なぜなら、この方法によって組織蛋白質の分布や、体内の蛋白質含量を明らかにすることはできない。
- * 窒素平衡は食事蛋白質の摂取量ならびにその質以外に、エネルギー摂取量ならびに消費量、食事組成、対象の栄養状態、生理状態、病理状態、感染などによって変化する。したがって窒素出納の成績だけで食事蛋白質の必要量とすることはできない。
- * 窒素平衡は低蛋白質摂取量に適応する現象があらわれる。生体は摂取する蛋白質量に応じ、尿中窒素排泄量を調節し、窒素出納をゼロ平衡に維持することかできる。ある摂取量の範囲内で、蛋白質摂取量が減少しただけ排泄窒素量も減少する⁷⁾²¹⁾。

体蛋白質は常に分解と合成を繰り返し、食事性のアミノ酸と交替しながら定常状態を維持している。窒素

平衡維持量以下の蛋白質摂取に適応すると、体蛋白質の代謝回転速度は減少し、体蛋白質は蛋白質摂取減少に見合う新しい定常状態に到達する。ただし、摂取量がより減少すると、適応の限界を越え栄養失調を起こし、ついには死に至る。したがって蛋白質必要量の測定に関して重要な問題は、どの程度適応できるかということである。また、低蛋白摂取と高蛋白摂取における定常状態の間に、機能的な違いがあるかどうか、さらに最適の機能を維持できる損失の程度などか、明らかにされていない事である。

* また最近Young¹⁹⁾²²⁾らは、安定同位元素を用いたアミノ酸酸化法により、成人のアミノ酸必要量を測定し、現在認められている値は低すぎると述べた。これはその後窒素出納法によって測定された値の妥当性について疑問と議論を巻き起こした²³⁾。

以上のように窒素出納法による蛋白質所要量の理論的背景には、なお問題が残っている。

3) 食事蛋白質の利用効率について

蛋白質所要量算定に際し、次ぎに問題になるのは、食事蛋白質の利用効率かどの程度であるか、よくわかっていないことである。9つの必須アミノ酸の必要量が食事から供給されなければならない。したがって蛋白質の質は、そのアミノ酸組成で規定される。健康や発育が保障されるためには、食事の蛋白質量が適当であると同時にアミノ酸バランスがとれていることが重要である。動物性蛋白質の多くは必須アミノ酸を十分に含んでいるか、ヒトのアミノ酸必要量に適合するアミノ酸パターンを持つために、質が高いとされている。そして質の低い蛋白質は利用効率も低いという証拠が示されている²⁰⁾。また、蛋白質所要量の基準となる最少蛋白質必要量は、適当量の必須アミノ酸を含み、かつ消化吸收率の高い蛋白質に対するものである。これに相当する蛋白質として、FAO/WHO/UNU (1985) 報告では、以前の卵蛋白質が最高であるという考え方から、卵の他に牛乳、牛肉、魚など動物性蛋白質を一括して良質蛋白質とみなしており、蛋白質の質の評価が変わってきている²⁴⁾。一般に蛋白質の栄養学的な質は、幼若ラットを用いた成長や窒素保留量についての研究から、間接的に測定されている。このような手法は、ヒトのアミノ酸必要量を満たす蛋白質の質についての概算値を与えるに過ぎないとして、蛋白質の質を評価する方法を検討する必要があることか指摘されている²⁰⁾。いずれにしても、現在は、蛋白質の利用効率は必須アミノ酸の含量と、蛋白質の消化性で考えられているか、例えば鉄の利用率は、動物性蛋白食品に含まれる鉄と、植物性蛋白食品に含まれる鉄とでは、差

があることが知られている。したがって、ミネラルやビタミンなど他の栄養素と関連して食事蛋白質の質や利用効率について考える必要がある。また蛋白質はその質的違いによって、それぞれ異なった有効性を示す。例えば動物性蛋白質は血圧上昇抑圧作用がある²⁵⁾ことや、免疫能におよぼす作用か、蛋白質の種類により大きな差があることか報告されている²⁶⁾。蛋白質の質については、窒素の体内蓄積のみにより判定する従来の方法は再検討すべきであるという意見がある。

4) エネルギー必要量と蛋白質必要量の相互関係に関して

蛋白質代謝はエネルギー摂取量によって影響されることが、最近10年の間に知られるようになった²⁷⁾。

蛋白質合成と分解の過程はエネルギーが必要であり、エネルギー摂取量は食事蛋白質の利用に影響を与える。蛋白質必要量と関連してエネルギー摂取量が重要なのは、窒素出納を必要量の尺度としているからである。窒素出納はエネルギー摂取量によって変化する。井上²⁸⁾は、適正エネルギー摂取量で、卵蛋白質の窒素平衡維持量が、 $0.65/\text{kg}/\text{d}$ であったのが、より高エネルギー摂取量では $0.46\text{g}/\text{hg}/\text{d}$ で窒素平衡を維持することかできたと報告している。付加エネルギー1kcal当たり1~2mgの窒素保留効果があるといわれている⁷⁾。一般に摂取エネルギーが十分であれば、蛋白質は少量で足りるとされ、蛋白質の節約作用として、糖質については古くから知られていた現象である²⁹⁾。ただし、食事蛋白質が極端に少なすぎると、摂取エネルギーを付加しても、窒素出納の改善は見られない³⁰⁾。健康が保障されるためには、ある程度以上の蛋白質が必要であることはいうまでもない。一方エネルギー摂取量が少ない場合は、蛋白質の利用が低下する。

Iyengar³¹⁾は、就学前の小児を対象に蛋白質は安全量で、エネルギー摂取量のみを変えた食事を与え、窒素出納値に及ぼす影響を調べ、 $1.75\text{g}/\text{kg}$ 蛋白質摂取量で、 $40\text{mg}/\text{kg}$ 窒素保留のためのエネルギー最少必要量は、 $326.2 \pm 45.4\text{kJ}/\text{kg}$ であり、これ以下では安全量とされている蛋白質摂取量は不適当であると述べている。このように、蛋白質と同時に摂取するエネルギーが、蛋白質所要量決定に重要な役割を果たすことが認識され、わが国の第四次改定では、維持エネルギー摂取条件を考慮して算定されている²⁴⁾。しかし、エネルギー摂取量がどの程度不足すると蛋白質の利用に影響がおよぶのか、またエネルギーが不足しても、一定量の蛋白質を補足すると蛋白質必要量が充足できるのかなど、蛋白質必要量をエネルギー摂取量と関連して利用できる情報は少ない。そ

表6 性別年齢別1日エネルギーおよび蛋白質摂取量

性別	年齢	エネルギー摂取量		蛋白質摂取量	
		kcal/d	充足率%	g/d	充足率%
男	1歳	1022.3±147.9	108.7±20.6	38.4±9.2	119.4±33.0
	3歳	1424.8±261.7	103.7±18.6	37.6±6.9	97.8±19.4
	4歳	1336.4±356.4	84.7±22.8	39.9±10.2	91.3±24.2
	5歳	1464.3±404.1	91.0±26.3	41.4±8.7	87.5±18.6
女	1歳	978.9±137.1	112.5±30.8	31.0±9.0	109.9±30.3
	3歳	1330.7±235.6	103.6±27.5	36.1±6.6	96.5±23.9
	4歳	1431.6±387.5	99.6±29.1	40.6±10.2	97.4±27.5
	5歳	1339.0±329.1	92.3±25.4	39.5±8.5	87.3±22.2
全対象		1317.8±359.1	97.6±26.6	38.7±9.2	96.4±26.5

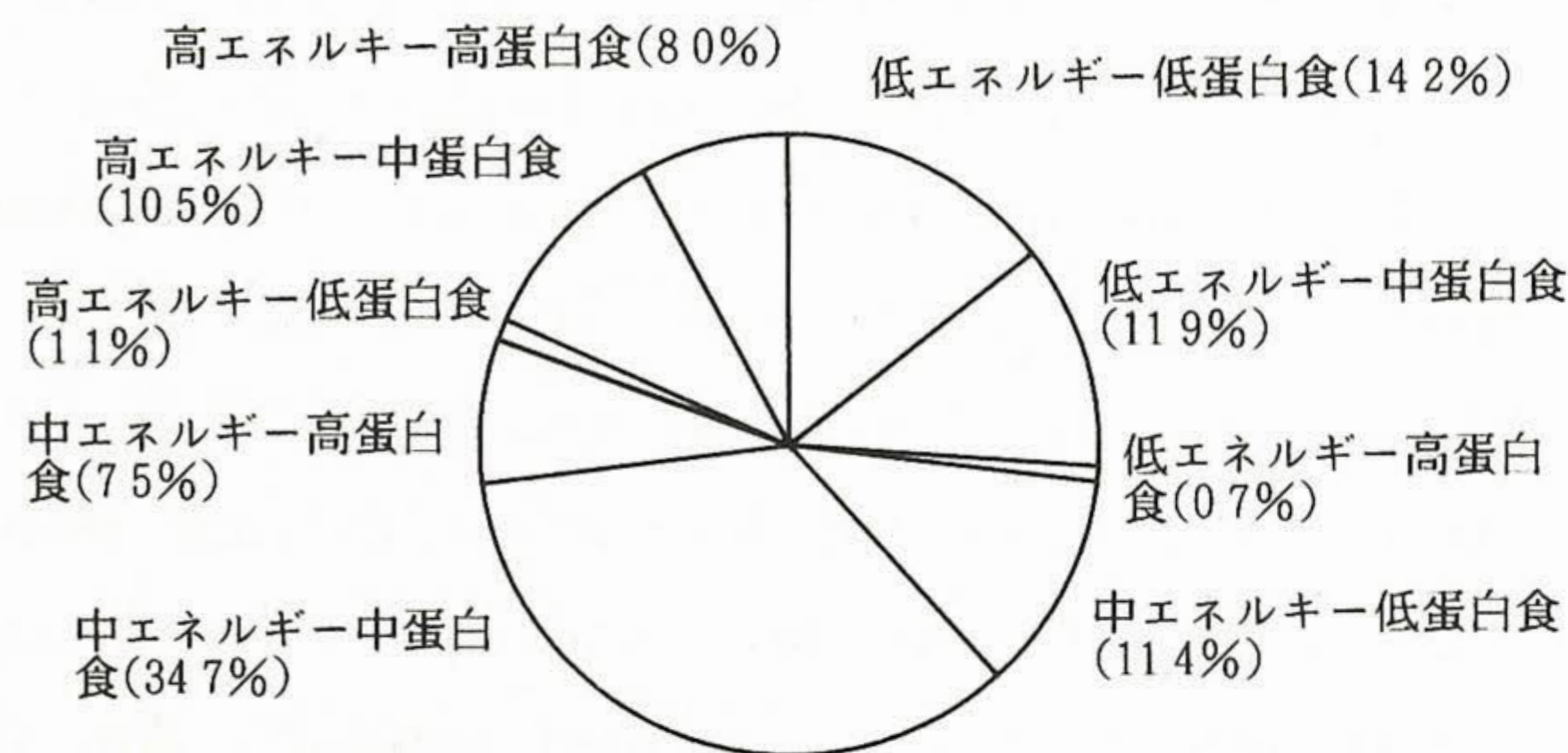


図3 蛋白質・エネルギー摂取配分パターン別頻度

ここで我々は、現在のわが国の幼児の蛋白質摂取量の実態を調査し、エネルギー摂取量との関連を検討した。

V. 幼児の蛋白質摂取量の実態ならびに所要量の検討—エネルギー摂取量と関連して—

対象は1～5歳児438名である。身長、体重の平均値は厚生省値（1990）以上で良好な発育であった。エネルギーおよび蛋白質摂取量の平均は、所要量（第四次改定）とほとんど差がなかった（表6）。蛋白質摂取量とエネルギー摂取量との相互関係を検討するために、蛋白質、エネルギー摂取量の両値を、それぞれ所要量に対する充足率によって低（80%未満）、中（80%以上120%未満）、高（120%以上）の3群に分類し、低、中、高エネルギー摂取の3群と低、中、高蛋白質摂取の3群を組み合わせ、9つの摂取配分パターン群を作り、各群の身長・体重比を比較した。

普通の食事では、エネルギー摂取量が少なければ蛋白質も少なく、また反対にエネルギー摂取量が多くなれば蛋白質も多くなるので、「高エネルギー・低蛋白食」や「低エネルギー・高蛋白食」という組み合わせは少なかった（図3）。摂取配分パターン別身長・体重比は表7に

表7 エネルギーと蛋白質摂取配分パターン別身長・体重比（%）*

	低蛋白食	中蛋白食	高蛋白食
低エネルギー食	101.6±10.0	96.4±8.4	86.3±6.2
中エネルギー食	104.0±7.5	99.4±8.5	95.6±10.8
高エネルギー食	104.1±4.9	102.0±10.5	100.5±9.2

*身長・体重比＝個人の体重／性別、年齢別身長適正体重×100

100を標準値とし、数値の大きいほど肥満傾向、小さいほど痩せ傾向を示すとした。

示すように、「低エネルギー・低蛋白食」、「中エネルギー・中蛋白食」、「高エネルギー・高蛋白食」群ではほぼ標準値を示した。これに対し、エネルギーが多く蛋白質が少ない「高エネルギー・低蛋白食」群では肥満傾向が見られ、反対にエネルギーが少なく蛋白質が多い「低エネルギー・高蛋白食」群では痩せ傾向が見られた。エネルギーが多く蛋白質が少ない摂取パターンでは、エネルギーの蛋白質節約作用とともに、エネルギー摂取量が、蛋白質代謝に必要なとされる量よりも過剰になり肥満を招くのではないかと思われた。高エネルギー・超低蛋白食事を摂取している人々では、体脂肪が増加しているという報告がある²³⁾。

食事エネルギーの過剰摂取は肥満を招くこと、反対に食事エネルギーが不足すると、痩せを招くことはよく知られているか、その他に低エネルギー摂取では、高蛋白摂取でも窒素出納が負になってしまうことが観察されている³⁰⁾。また、食物を摂取すれば、エネルギー代謝が亢進する特異動的作用（産熱効果）がみられるか、この現象は、蛋白質を摂取した時に、最も大きくなることか知られている²⁹⁾。したがって、蛋白質摂取量が多い時は、エネルギーの必要量が高まり、エネルギー摂取量が蛋白

代謝に必要とされる量よりも少なくなり、痩せ傾向が生ずるのではないかと思われた。いずれにしても食事蛋白質の利用はエネルギー摂取量に影響されることを確認した。

VI. おわりに

以上、小児の蛋白質所要量の算定方法とその決め方をめぐって問題点があること、現在もなお議論が続いていることを述べた。しかし、当面、わが国の小児の蛋白質所要量については、現行の体重kg当たりの所要量を目標にし、摂取エネルギーに過不足がないようにすることか、正常な発育のために大切であると考えらる。

文 献

- 1) 守田哲郎, わが国乳児の蛋白質所要量の現状と問題点, 日本小児科学会誌, 91, 2733-2736 (1987)
- 2) 竹迫憲次, 乳児の蛋白質所要量に関する研究, 日本小児科学会誌, 95, 1049-1057 (1991)
- 3) Millward D J, Protein requirements of infants, Am J Clin Nutr, 50, 405 (1989)
- 4) Beaton G H and Chery A, Protein requirements of infants: a reexamination of concepts and approaches, Am J Clin Nutr, 48, 1403-1412 (1988)
- 5) 厚生省保健医療局健康増進栄養課監修, 第四次改定日本人の栄養所要量, 第一出版, 52-73 (1989)
- 6) 菅野道廣, 長修司, 石橋源氏, 女子大生の栄養学, 槇書店, 1版4刷り, 48-60 (1988)
- 7) 井上五郎訳, 必須アミノ酸研究委員会編, エネルギー・蛋白質必要量: FAO/WHO/UNU委員会報告, 医歯薬出版 (1989)
- 8) Kashyap S, Schulze K, et al, Growth, nutrient retention, and metabolic response in low birth weight infants fed varying intakes of protein and energy, J Pediatr, 113, 713-721 (1988)
- 9) Carraro F, Wolfe R R, High-protein intake alter the response of fasting in normal human subjects, Am J Clin Nutr, 55, 959-962 (1992)
- 10) Millward D J, Jackson A A, et al, Human amino acid and protein requirements: current dilemmas and uncertainties, Nutrition Research Reviews 2, 109-132 (1989)
- 11) Young V R, Pellett P L, Protein intake and requirements with reference diet and health, Am J Clin Nutr, 45, 1323-1343 (1987)
- 12) Pellet P L, Protein requirements in humans, Am J Clin Nutr, 51, 723-737 (1990)
- 13) 岸恭一, 成長期のタンパク質必要量, 必須アミノ酸研究, No.119, 5-9 (1988)
- 14) 川村信一郎, 栄養-所要量と摂取量-, 三共出版, 178-179 (1982)
- 15) Carpenter K J, The history of enthusiasm for protein, J Nutrition, 116, 1364-1370 (1986)
- 16) 厚生省保健医療局健康増進栄養課, 第三次改定日本人の栄養所要量, 第一出版, 5刷り, 152-165 (1985)
- 17) Young V R, Scrimshaw N S, Bier D M, Whole body protein and amino acid metabolism: relation to protein quality evaluation in human nutrition, J Agric Food Chem, 29, 440-447 (1981)
- 18) Young V R, Nutritional balance Studies: indicators of human requirements or of adaptive mechanisms?, J Nutrition, 116, 700-703 (1986)
- 19) Young V R, Bier D M, and Pellett P L, A theoretical basis for increasing current estimates of the amino acid requirements in adult man, with experimental support, Am J Clin Nutr, 50, 80-92 (1989)
- 20) The united nations university, Protein-energy requirements and condition prevailing in developing countries: current knowledge and research needs, The united nations university world hunger programme food and nutrition bulletin supplement 1, 1-65 (1979)
- 21) Jeejeebhoy K N, Nutritional balance studies: Indicators of human requirements or adaptive mechanisms, J Nutrition, 116, 2061-2063 (1986)
- 22) Young V R, Protein metabolism and nutritional state in man, Proc Nutr soc, 40, 343-359 (1981)
- 23) 木村修一, 小林修平翻訳監修, 最新栄養学 (第6版) -専門領域の最新情報-, 建帛社, 107-125 (1991)
- 24) 井上五郎, たんぱく質, 臨床栄養, 75, 682-688 (1989)
- 25) 小川博, 村上哲郎, 食質による脳血管障害発症抑制へのアプローチ-SHRSPの栄養実験から蛋白質の有効性を探る-, 医学のあゆみ, 158, 803 (1991)
- 26) 山口賢次, 免疫能とタンパク質, 必須アミノ酸研究 No.119, 20-25 (1988)
- 27) Chiang An-Na, Huang Po-Chao, Excess energy and nitrogen balance at protein intakes

- above the requirement level in young men, Am J Clin Nutr 48, 1015-1022 (1988)
- 28) 井上五郎, タンパク質の栄養, 栄養学読本, からだの科学増刊, 30-35 (1970)
- 29) 井上太郎, 栄養素の小児栄養学的意義, 新小児医学大系 3 巻A (小児栄養学 1), 中山書店, 55-79 (1986)
- 30) Motil K J, Bier D M, Matthews D E, Burke J E, Young V R, Whole body leucine and lysine metabolism studied with [1-c] leucine and (α -N) lysine : response in healthy young men given excess energy intake, Metabolism, 30, 783-791 (1981)
- 31) Iyenger A K, Narasinga Rao, Nitrogen balance in Indian preschool children receiving the safe level of protein at varying levels of energy, Br J Nutr 46, 295-300 (1981)

(平成4年10月12日受理)

Summary

There is continuing controversy about the desirable levels of intake of total protein in humans.

This thesis is written about problems of the recommended protein allowance for children.

The contents are as follows :

- I. Nutritional value of dietary protein.
- II. The methodology of assessment of the recommended protein allowance for children.
- III. General principles for assessing protein allowance and the problems for them.
 - 1) The problems of the recommended protein allowance for infants
 - 2) Nitrogen balance studies and maintenance requirements.
 - 3) Quality and digestibility of proteins.
 - 4) Protein-energy interrelationships.
- IV. Protein intakes and requirements of preschool children.-relationship to energy intakes-